

Merkblatt

Beschädigter Lithium-Ionen-Akkumulator – Was tun?

Ausgangslage

Sie haben den Verdacht, dass eine Lithium-Ionen-Batterie bzw. ein Lithium-Ionen-Akkumulator beschädigt oder bereits aufgebläht ist. Was ist zu tun?

Sie haben Ihre Drohne von der ETH aus an einen beliebigen Standort in der Schweiz transportiert und dort ist sie abgestürzt. Können Sie die Drohne und den Lithium-Ionen-Akkumulator in ihrem Fahrzeug wieder an die ETH transportieren?



Abbildung 1: Aufgeblähter Lithium-Ionen-Akkumulator (Quelle: SGU)

Wie erkennen Sie eine beschädigte Lithium-Ionen-Batterie / einen beschädigten Lithium-Ionen-Akkumulator?

- Beschädigtes oder erheblich verformtes Gehäuse
- Anlaufstellen an Metallteilen der Batterie
- Schmelzstellen am Kunststoffgehäuse
- Erwärmung der Batterie in abgeschaltetem Zustand
- Auslaufen der Batterie
- Durch das Batteriemanagementsystem als defekt identifizierte Zellen

Hinweis: Als besonders gefährlich gelten Akkumulatoren mit einem Stückgewicht über 500 Gramm.

So handeln Sie richtig, wenn Sie sich in einem ETH-Gebäude oder auf ETH-Areal befinden

- Informieren Sie umgehend die Alarmzentrale der ETH
von internen Anschlüssen: **888**
von extern oder Mobiltelefon: **+41 44 342 11 88**
Machen Sie folgende Angaben:
Wo? Ort des Ereignisses (Gebäude, Etage, Raum-Nr.)
Was? Art der Notfallsituation (defekter/geblähter Lithium-Ionen-Akkumulator, kritischer Zustand, etc.)
Wer? Ihr Name, Ihre Telefonnummer
Wann? Zeitpunkt des Vorfalls
Wie viele? Anzahl Betroffene
Weiteres? Zusätzliche Informationen von Bedeutung für die Intervention
- Folgen Sie den Anweisungen der Alarmzentrale
- Warten Sie auf den Rückruf der Fachspezialisten/-innen von SGU und folgen Sie deren Anweisungen

So handeln Sie richtig, wenn die Beschädigung des Lithium-Ionen-Akkumulators ausserhalb des ETH-Areals (z.B. Feldpraktikum, Feldversuch, etc.) eintritt

- Beurteilen Sie, ob der Lithium-Ionen-Akkumulator defekt oder beschädigt ist
Bei der Beurteilung, ob eine Batterie / ein Lithium-Ionen-Akkumulator beschädigt oder defekt ist, muss der Batterietyp und die vorherige Verwendung und Fehlnutzung der Batterie / des Lithium-Ionen-Akkumulators berücksichtigt werden.

Beschädigte oder defekte Batterien / Lithium-Ionen-Akkumulatoren können insbesondere sein:

- Ausgelaufene oder entgaste Batterien / Lithium-Ionen-Akkumulatoren
 - Batterien / Lithium-Ionen-Akkumulatoren, die vor der Beförderung nicht diagnostiziert werden können
 - Batterien/ Lithium-Ionen-Akkumulatoren, die eine äusserliche oder mechanische Beschädigung erlitten haben
- Beurteilen Sie, ob der Lithium-Ionen-Akkumulator, «nicht kritisch» oder «kritisch» ist (Tabelle 1), d.h. kann der Transport voraussichtlich ohne Gefahr erfolgen oder ist dies nicht möglich?

Der Transport ist voraussichtlich ohne Gefahr möglich:

- Verpacken Sie den Akkumulator entsprechend den Angaben in Tabelle 1
- Kennzeichnen Sie das Transportstück entsprechend den Angaben in Tabelle 1 (Kennzeichnungsmaterial erhalten Sie vorgängig via sgu-gefahr gut@ethz.ch, s. Merkblatt «Transport von Lithium-Ionen-Akkumulatoren»)
- Für den Rücktransport des beschädigten Lithium-Ionen-Akkumulators ist das Beförderungspapier mit dem Vermerk «Beförderung nach Sondervorschrift 376» zu verwenden
- Sie können den Lithium-Ionen-Akkumulator in Ihrem Fahrzeug transportieren
- Zurück an der ETH informieren Sie SGU per E-Mail sgu-gefahr gut@ethz.ch über den Vorfall und vereinbaren einen Termin, um den defekten / beschädigten Lithium-Ionen-Akkumulator in einer der Sonderabfallentsorgungsstellen der ETH abzugeben

Der Transport ist voraussichtlich NICHT ohne Gefahr möglich:

- Sie dürfen den Lithium-Ionen-Akkumulator **NICHT** in ihrem Fahrzeug transportieren
- Informieren Sie umgehend die Alarmzentrale der ETH: **+41 44 342 11 88**
Teilen Sie Ihren Namen mit, Ihre Telefonnummer, wo Sie sich befinden und dass Sie einen Lithium-Ionen-Akkumulator in kritischem Zustand haben
- Folgen Sie den Anweisungen der Alarmzentrale
- Warten Sie auf den Rückruf der Fachspezialisten/-innen von SGU und folgen Sie deren Anweisungen

Tabelle 1: Transport von beschädigten/defekten Batterien auf der Strasse/Schiene – Was ist zu beachten?

	Beschädigte oder defekte Batterien	
Verpackungsvorschrift	Sondervorschrift (SV) 376 P 908	SV 376, P911
Kriterien «beschädigt, defekt»	<p>«Nicht kritisch» (voraussichtlich keine Gefahr während des Transports). Solche Batterien sind nicht konform mit dem getesteten Typ nach den anzuwendenden Anforderungen des UN Handbuchs über Prüfungen und Kriterien, 38.3. Damit sind z.B. folgende Batterien gemeint:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausgelaufene oder entgaste Batterien, • Batterien, die eine äusserliche oder mechanische Beschädigung erlitten haben. <p>Hinweis: Bei der Beurteilung, ob eine Batterie beschädigt / defekt ist, sind Batterietyp und die vorherige Verwendung und Fehlnutzung der Batterie zu berücksichtigen.</p>	<p>«kritisch» (voraussichtlich Gefahr während des Transports). Damit sind Batterien gemeint, die unter normalen Beförderungsbedingungen zu einer schnellen Zerlegung, gefährlichen Reaktion, Flambildung, gefährlichen Wärmeentwicklung oder einem gefährlichen Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe neigen. Diese dürfen nur unter den von der zuständigen Behörde festgelegten Bedingungen transportiert werden.</p>
Max. Stückzahl	Nicht anwendbar	
Gewichtsbegrenzung	Ist die Nettomasse einer Batterie > 30 kg, darf die Aussenverpackung nur eine einzelne Batterie enthalten.	
Verpackung	<ul style="list-style-type: none"> • Jede Batterie einzeln in dichter Innenverpackung (Auslaufschutz, Schutz vor Kurzschluss). • UN-geprüft (Verpackungsgruppe II), z.B. Kiste aus Pappe, für alle Batterietypen. • Sichern gegen Bewegung innerhalb der Aussenverpackung durch Füllstoff. • Luftdichte Verpackungen nur mit Entlüftungseinrichtung. • Gefüllt mit nicht brennbarem und nicht leitfähigem Wärmedämmstoff, Baustoffklasse A1 oder A2 («nicht brennbar», z. B. Steinwolle, Glaswolle, Schaumglas, Vermikulit). • Genügend Aufsaugmaterial, um austretenden Elektrolyt aufzusaugen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Verpackung muss bei einer schnellen Zerlegung, einer gefährlichen Reaktion, einer Flammenbildung, einer gefährlichen Wärmeentwicklung oder einem gefährlichen Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe der Batterien in der Lage sein, bestimmte in P911 aufgeführte Prüfanforderungen zu erfüllen. • Die zusätzlichen Prüfanforderungen müssen durch eine von der zuständigen Behörde festgelegte Prüfung überprüft werden. • Auf Anfrage muss ein Überprüfungsbericht zur Verfügung gestellt werden, so wie in P911 festgelegt. • Die Zellen oder Batterien müssen gegen Kurzschluss geschützt sein.
Kennzeichnung Transport-/Versandstück	<p>UN 3480 BESCHÄDIGTE/DEFEKTE LITHIUM-IONEN-BATTERIEN</p> <p>UN 3481 BESCHÄDIGTE/DEFEKTE LITHIUM-IONEN-BATTERIEN IN AUSTRÜSTUNGEN</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
Beförderungspapier	Ja	
Sonstiges	Unterweisung der beteiligten Mitarbeitenden entsprechend ihren Aufgaben und Verantwortlichkeiten	

Gesetzliche Grundlagen / Literatur

- Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV)
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)
- Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen
- EPTA und ZVEI, Merkblatt «Versand von Lithium-Ionen-Batterien für Elektrowerkzeuge und elektrische Gartengeräte: Umsetzung der Gefahrgutvorschriften», 2019
- Verordnung über den Verkehr gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR/SDR)
- Verpackungsvorschriften:
 - Sondervorschrift 376
 - Verpackungsanweisung P 908
 - Verpackungsanweisung P 911

ETH Zürich
Sicherheit, Gesundheit und Umwelt (SGU)

Telefon: +41 44 632 30 30
E-Mail: sgu-gefahren@ethz.ch
www.sicherheit.ethz.ch
Stand: April 2021

Anhang: Verpackungsvorschriften

Sondervorschrift 376

Lithium-Ionen-Zellen oder -Batterien und Lithium-Metall-Zellen oder -Batterien, bei denen festgestellt wurde, dass sie so beschädigt oder defekt sind, dass sie nicht mehr den nach den anwendbaren Vorschriften des Handbuchs Prüfungen und Kriterien geprüften Typ entsprechen, müssen den Vorschriften dieser Sondervorschrift entsprechen.

Für Zwecke dieser Sondervorschrift können dazu unter anderem gehören:

- Zellen oder Batterien, die aus Sicherheitsgründen als defekt identifiziert worden sind;
- ausgelaufene oder entgaste Zellen oder Batterien;
- Zellen oder Batterien, die vor der Beförderung nicht diagnostiziert werden können, oder
- Zellen oder Batterien, die eine äusserliche oder mechanische Beschädigung erlitten haben.

Bem. Bei der Beurteilung, ob eine Batterie beschädigt oder defekt ist, muss der Batterietyp und die vorherige Verwendung und Fehlnutzung der Batterie berücksichtigt werden.

Sofern in dieser Sondervorschrift nichts anderes festgelegt ist, müssen Zellen und Batterien nach den für die UN-Nummern 3090, 3091, 3480 und 3481 geltenden Vorschriften mit Ausnahme der Sondervorschrift 230 befördert werden.

Zellen und Batterien müssen in Übereinstimmung mit der Verpackungsanweisung P 908 des Unterabschnitts 4.1.4.1 bzw. LP 904 des Unterabschnitts 4.1.4.3 verpackt sein.

Zellen und Batterien, bei denen festgestellt wurde, dass sie beschädigt oder defekt sind und unter normalen Beförderungsbedingungen zu einer schnellen Zerlegung, gefährlichen Reaktion, Flammenbildung, gefährlichen Wärmeentwicklung oder einem gefährlichen Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe neigen, müssen in Übereinstimmung mit der Verpackungsanweisung P 911 des Unterabschnitts 4.1.4.1 bzw. LP 906 des Unterabschnitts 4.1.4.3 verpackt werden. Alternative Verpackungs- und/oder Beförderungsbedingungen dürfen von der zuständigen Behörde des ADR-Vertragsstaates zugelassen werden, wobei diese zuständige Behörde auch eine von der zuständigen Behörde eines Landes, dass kein ADR-Vertragsstaat ist, erteilte Genehmigung anerkennen kann, vorausgesetzt, diese wurde in Übereinstimmung mit den gemäss dem RID, dem ADN, dem IMDG-Code oder den Technischen Anweisungen der ICAO anwendbaren Verfahren erteilt. In beiden Fällen sind die Zellen und Batterien der Beförderungskategorie 0 zugeordnet.

Versandstücke müssen mit der Aufschrift "BESCHÄDIGTE / DEFEKTE LITHIUM-IONEN-BATTERIEN" bzw. "BESCHÄDIGTE / DEFEKTE LITHIUM-METALL-BATTERIEN" gekennzeichnet sein.

Im Beförderungspapier muss folgende Angabe enthalten sein:

"BEFÖRDERUNG NACH SONDERVORSCHRIFT 376"

Sofern zutreffend, muss den Beförderungsunterlagen eine Kopie der Zulassung der zuständigen Behörde beigelegt werden.

Verpackungsanweisung P 908

Diese Anweisung gilt für beschädigte oder defekte Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien, sowie beschädigte oder defekte Lithium-Metall-Zellen und -Batterien der UN-Nummern 3090, 3091, 3480, 3481, auch wenn sie in Ausrüstungen enthalten sind.

Folgende Verpackungen sind zugelassen, wenn die allgemeinen Vorschriften der Abschnitte 4.1.1 und 4.1.3 erfüllt sind:

Für Zellen und Batterien und Ausrüstungen, die Zellen und Batterien enthalten:

- Fässer (1A2, 1B2, 1N2, 1H2, 1D, 1G)
- Kisten (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2)
- Kanister (3A2, 3B2, 3H2)

Die Verpackungen müssen den Prüfanforderungen für die Verpackungsgruppe II entsprechen.

1. Jede beschädigte oder defekte Zelle oder Batterie oder jede Ausrüstung, die solche Zellen oder Batterien enthält, muss einzeln in einer Innenverpackung verpackt und in eine Aussenverpackung eingesetzt sein. Die Innen- oder Aussenverpackung muss dicht sein, um ein mögliches Austreten des Elektrolyts zu verhindern.
2. Jede Innenverpackung muss zum Schutz vor gefährlicher Wärmeentwicklung mit einer ausreichenden Menge eines nicht brennbaren und nicht elektrisch leitfähigen Wärmedämmstoffs umschlossen sein.
3. Dicht verschlossene Verpackungen müssen gegebenenfalls mit einer Entlüftungseinrichtung ausgestattet sein.
4. Es müssen geeignete Massnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen von Vibrationen und Stößen gering zu halten und Bewegungen der Zellen oder Batterien im Versandstück, die zu weiteren Schäden und gefährlichen Bedingungen während der Beförderung führen können, zu verhindern. Für die Erfüllung dieser Vorschrift darf auch nicht brennbares und nicht elektrisch leitfähiges Polstermaterial verwendet werden.
5. Die Nichtbrennbarkeit muss in Übereinstimmung mit einer Norm festgestellt werden, die in dem Land, in dem die Verpackung ausgelegt oder hergestellt wird, anerkannt ist.

Im Fall von auslaufenden Zellen oder Batterien muss der Innen- oder Aussenverpackung ausreichend inertes saugfähiges Material beigegeben werden, um freiwerdenden Elektrolyt aufzusaugen.

Wenn die Nettomasse einer Zelle oder Batterie 30 kg überschreitet, darf die Aussenverpackung nur eine einzelne Zelle oder Batterie enthalten.

Zusätzliche Vorschrift

Die Zellen oder Batterien müssen gegen Kurzschluss geschützt sein.

Verpackungsanweisung P 911

Diese Anweisung gilt für beschädigte oder defekte Zellen und Batterien der UN-Nummern 3090, 3091, 3480 und 3481, die unter normalen Beförderungsbedingungen zu einer schnellen Zerlegung, gefährlichen Reaktion, Flammenbildung, gefährlichen Wärmeentwicklung oder einem gefährlichen Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe neigen.

Folgende Verpackungen sind zugelassen, wenn die allgemeinen Vorschriften der Abschnitte 4.1.1 und 4.1.3 erfüllt sind:

Für Zellen und Batterien und Ausrüstungen, die Zellen und Batterien enthalten:

Fässer (1A2, 1B2, 1N2, 1H2, 1D, 1G),

Kisten (4A, 4B, 4N, 4C1, 4C2, 4D, 4F, 4G, 4H1, 4H2),

Kanister (3A2, 3B2, 3H2).

Die Verpackungen müssen den Prüfanforderungen für die Verpackungsgruppe I entsprechen.

1. Die Verpackung muss bei einer schnellen Zerlegung, einer gefährlichen Reaktion, einer Flammenbildung, einer gefährlichen Wärmeentwicklung oder einem gefährlichen Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe der Zellen oder Batterien in der Lage sein, die folgenden zusätzlichen Prüfanforderungen zu erfüllen:
 - a) die Temperatur der äusseren Oberfläche des vollständigen Versandstücks darf nicht höher sein als 100 °C. Eine kurzzeitige Temperaturspitze von bis zu 200 °C ist zulässig;
 - b) ausserhalb des Versandstücks darf sich keine Flamme bilden;
 - c) aus dem Versandstück dürfen keine Splitter austreten;
 - d) die bauliche Unversehrtheit des Versandstücks muss aufrechterhalten werden und
 - e) die Verpackungen müssen gegebenenfalls über ein Gasmanagementsystem (z. B. Filtersystem, Luftzirkulation, Gasbehälter, gasdichte Verpackung) verfügen.
2. Die zusätzlichen Prüfanforderungen an die Verpackung müssen durch eine von der zuständigen Behörde eines RID-Vertragsstaates festgelegte Prüfung überprüft werden, wobei diese zuständige Behörde auch eine von der zuständigen Behörde eines Landes, das kein RID-Vertragsstaat ist, festgelegte Prüfung anerkennen kann, vorausgesetzt, diese wurde in Übereinstimmung mit den gemäss dem RID, dem ADR, dem ADN, dem IMDG-Code oder den Technischen Anweisungen der ICAO anwendbaren Verfahren festgelegt.
3. Auf Anfrage muss ein Überprüfungsbericht zur Verfügung gestellt werden. In dem Überprüfungsbericht müssen mindestens der Name, die Nummer, die Masse, der Typ und der Energiegehalt der Zellen oder Batterien sowie die Identifikation der Verpackung und die Prüfdaten gemäss der von der zuständigen Behörde festgelegten Überprüfungsmethode aufgeführt sein.
4. Bei Verwendung von Trockeneis oder flüssigem Stickstoff als Kühlmittel gelten die Vorschriften des Abschnitts 5.5.3. Die Innen- und Aussenverpackungen müssen bei der Temperatur des verwendeten Kühlmittels sowie bei den Temperaturen und Drücken, die bei einem Ausfall der Kühlung auftreten können, unversehrt bleiben.

Zusätzliche Vorschrift

Die Zellen oder Batterien müssen gegen Kurzschluss geschützt sein.

Fussnote ^a

Folgende Kriterien können, sofern zutreffend, für die Bewertung der Verpackung herangezogen werden:

- a. Die Bewertung muss unter einem Qualitätssicherungssystem (wie z. B. in Absatz 2.2.9.1.7 e) beschrieben) vorgenommen werden, das die Nachvollziehbarkeit der Prüfergebnisse, der Bezugsdaten und der verwendeten Charakterisierungsmodelle ermöglicht.
- b. Die voraussichtlichen Gefahren im Falle einer thermischen Instabilität des Zellen- oder Batterietyps in dem Zustand, in dem er befördert wird (z. B. Verwendung einer Innenverpackung, Ladezustand, Verwendung von ausreichend nicht brennbarem, nicht elektrisch leitfähigem und absorbierendem Polstermaterial), müssen klar bestimmt und quantifiziert werden; die Referenzliste möglicher Gefahren für Lithium-Zellen oder -Batterien (schnelle Zerlegung, gefährliche Reaktion, Flammenbildung, gefährliche

Sicherheit, Gesundheit und Umwelt

Wärmeentwicklung oder gefährlicher Ausstoss giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe) kann für diesen Zweck verwendet werden. Die Quantifizierung dieser Gefahren muss auf der Grundlage verfügbarer wissenschaftlicher Literatur erfolgen.

- c. Die Eindämmungswirkungen der Verpackung müssen auf der Grundlage der Art des vorhandenen Schutzes und der Eigenschaften der Bauwerkstoffe bestimmt und charakterisiert werden. Für die Untermauerung der Bewertung muss eine Aufstellung technischer Eigenschaften und Zeichnungen (Dichte ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), spezifische Wärmekapazität ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$), Heizwert ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$), Wärmeleitfähigkeit ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$), Schmelztemperatur und Entzündungstemperatur (K), Wärmeübergangskoeffizient der Aussenverpackung ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$) ...) verwendet werden.
- d. Die Prüfung und alle unterstützenden Berechnungen müssen die Folgen einer thermischen Instabilität der Zelle oder Batterie innerhalb der Verpackung unter normalen Beförderungsbedingungen bewerten.
- e. Wenn der Ladezustand der Zelle oder Batterie unbekannt ist, muss die Bewertung mit dem höchstmöglichen Ladezustand, der den Verwendungsbedingungen der Zelle oder Batterie entspricht, erfolgen.
- f. Die Umgebungsbedingungen, in denen die Verpackung verwendet und befördert werden darf, müssen gemäss dem Gasmanagementsystem der Verpackung beschrieben werden (einschliesslich möglicher Folgen von Gas- oder Rauchemissionen für die Umgebung, wie Entlüftung oder andere Methoden).
- g. Die Prüfungen oder Modellberechnungen müssen für die Auslösung und die Ausbreitung der thermischen Instabilität innerhalb der Zelle oder Batterie den schlimmsten Fall berücksichtigen; dieses Szenario schliesst das denkbar schlimmste Versagen unter normalen Beförderungsbedingungen, die grösste Wärme und die grössten Flammenemissionen bei einer möglichen Ausbreitung der Reaktion ein.
- h. Diese Szenarien müssen über einen ausreichend langen Zeitraum bewertet werden, um das Eintreten aller möglichen Auswirkungen zu ermöglichen (z.B. 24 Stunden).